

Cyclic-delivery fuel injection system for internal combustion engine - employs three control valves in medium-pressure system supplying nozzle with fuel also during preinjection period

Patent Number: DE4118237
Publication date: 1991-12-12
Inventor(s): HEIMEL GERHARD DIPL ING (AT); MUHR WERNER (AT); SIMPERL JOHANN (AT); BUERGLER LUDWIG DIPL ING (AT); ERLACH HANS DIPL ING (AT); GILL DENIS WALTER DIPL ING (AT); HERZOG PETER DIPL ING DR TECHN (AT); NORABERG JOHN DIPL ING (AT); OFNER JOSEF DIPL ING (AT); ROKITA RALF DIPL ING (AT)
Applicant(s): AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH (AT)
Requested Patent: ☐ DE4118237
Application Number: DE19914118237 19910604
Priority Number (s): AT19900001257 19900608
IPC Classification: F02M45/02
EC Classification: F02M45/06, F02M45/08, F02M47/02D, F02M59/36D, F02M59/10C, F02M59/32
Equivalents: AT125790, ☐ AT408133B

Abstract

A pumping piston (2) in contact with a larger working piston (3) expels fuel from a cylindrical chamber (21) through a control valve (14) into the tank (18) when another current pulse controlled valve (13) controlling admission to the medium-pressure system is closed. After this preinjection phase the travel of the needle (6) is altered during the transition to the main injection phase. Fuel is supplied from the medium-pressure system by pref. a four/three-way valve which has three working positions.
ADVANTAGE - Exhaust and noise emissions are reduced significantly by preinjection with direct supply from medium-pressure system.

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

This Page Blank (uspto)



Int. Cl.⁵:
F 02 M 45/02



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

(21) Aktenzeichen: P 41 18 237.5
 (22) Anmeldetag: 4. 6. 91
 (43) Offenlegungstag: 12. 12. 91

DE 41 18 237 A1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
 08.06.90 AT 1257/90

71) Anmelder:
AVL Gesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen
und Meßtechnik m.b.H. Prof. Dr. Dr.h.c. Hans List,
Graz, AT

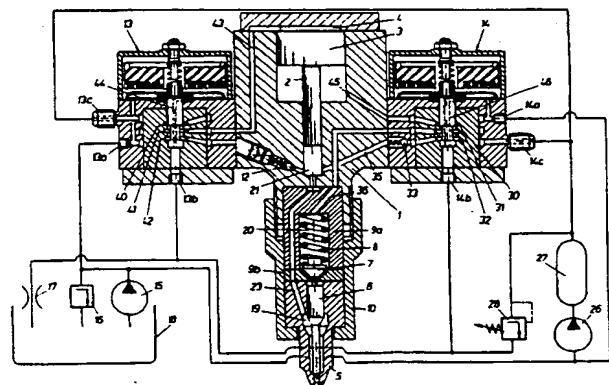
74 Vertreter:
Katscher, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6100 Darmstadt.

⑦② Erfinder:

Bürgler, Ludwig, Dipl.-Ing.; Erlach, Hans, Dipl.-Ing.,
Graz, AT; Gill, Denis Walter, Dipl.-Ing., Hitzendorf,
AT; Heimel, Gerhard, Dipl.-Ing.; Herzog, Peter,
Dipl.-Ing. Dr.techn.; Muhr, Werner; Noraberg, John,
Dipl.-Ing.; Ofner, Josef, Dipl.-Ing.; Rokita, Ralf,
Dipl.-Ing.; Graz, AT; Simperl, Johann, Thal, AT

⑤4 Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen

(57) Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einem Pumpenkolben, der mit einem Arbeitskolben größeren Durchmessers in Verbindung steht, und mit einem Steuerventil, das den Zylinderraum des Arbeitskolbens mit einem Mitteldruckschluß verbinden kann. Um in allen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine eine niedrige Abgas- und Geräuschemission zu erreichen, ist eine Einrichtung vorgesehen, die eine Einspritzung von Kraftstoff direkt aus dem Mitteldrucksystem ermöglicht.



DE 41 18 237 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einem Pumpenkolben, der mit einem Arbeitskolben größeren Durchmessers in Verbindung steht, und mit einem Steuerventil, das den Zylinderraum des Arbeitskolbens mit einem Mitteldruckanschluß verbinden kann.

Es sind Einspritzsysteme bekannt, bei denen der Einspritzdruck durch eine hydraulische Übersetzung erzeugt wird. Der Pumpenkolben hat dabei einen kleineren Durchmesser als ein mit ihm in Verbindung stehender Arbeitskolben, welcher mit Kraftstoff beaufschlagt wird, der über eine externe Hochdruckpumpe und einen Druckspeicher bereitgestellt wird. Der Spritzbeginn wird durch ein Steuerventil festgelegt, das den Zylinderraum des Arbeitskolbens aufsteuert. Da solche Einspritzsysteme nicht von einem Nocken betätigt werden, sind dem Konstrukteur bei der Ausbildung des Zylinderkopfes der Brennkraftmaschine wesentlich mehr Freiheiten gegeben.

Es ist mit solchen Systemen auch möglich, in gewissem Umfang eine Voreinspritzung durchzuführen. Dabei wird zunächst das Steuerventil für eine kurze Zeitspanne geöffnet, so daß eine geringe Menge Kraftstoff unter einem relativ geringen Druck eingespritzt wird. Die Voreinspritzung wird durch das Schließen des Steuerventiles beendet. Das neuerliche Öffnen des Steuerventiles bewirkt die Haupteinspritzung.

Es hat sich herausgestellt, daß mit einem solchen System zwar die Voreinspritzung durchführbar ist, daß jedoch die Schadstoffemission und Geräuschemission der mit diesem Einspritzsystem ausgestatteten Motoren weiter verbessert werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Einspritzsystem zu schaffen, das mittels einer Voreinspritzung eine deutliche Reduktion der Abgas- und Geräuschemission von Motoren ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist eine Einrichtung vorgesehen, die eine Einspritzung von Kraftstoff direkt aus dem Mitteldrucksystem ermöglicht. Es wurde von den Erfindern erkannt, daß einer der Nachteile der bekannten Einspritzsysteme auf dem zwischen Vor- und Haupteinspritzung stattfindendem Druckabfall und der daraus resultierenden Unterbrechung im Nadelhub beruht. Dieser Druckabfall wird dadurch verursacht, daß das Steuerventil beim bekannten Einspritzsystem für die Voreinspritzung nur sehr kurz schließt und wieder öffnet.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Einspritzung von Kraftstoff ermöglicht es, zunächst über eine steile Flanke den vorbestimmten Voreinspritzdruck zu erreichen und über eine weitere steile Flanke, ohne einen dazwischenliegenden Druckabfall, zum Haupteinspritzdruck zu gelangen. Man kann auf diese Weise sowohl die einzuspritzenden Kraftstoffmengen als auch den exakten Beginn von der Voreinspritzung und Haupteinspritzung festlegen.

Es gibt zu jedem Motorzustand, d. h., zu jeder Kombination von Drehzahl und Last einen bestimmten Verlauf der Optimaleinspritzrate mit den für diesen Motorzustand ein optimaler Wirkungsgrad des Motors und eine niedrige Schadstoff- und Geräuschemission erzielt wird. Der Verlauf einer solchen Einspritzrate läßt sich in einem Diagramm darstellen, bei dem das eingespritzte Kraftstoffvolumen über den Kurbelwinkel aufgetragen ist. Wesentliche Bestimmungsgrößen dabei sind Zeit-

punkt des Spritzbeginns, Zeitpunkt des Beginns der Haupteinspritzung, Dauer der Einspritzung und das während der Voreinspritzung und während der Haupteinspritzung eingespritzte Kraftstoffvolumen. Die vorliegende Erfindung ermöglicht es nun, diese Parameter weitgehend unabhängig voneinander vorzugeben. Somit kann über eine Steuereinrichtung die in Abhängigkeit vom Motorzustand jeweils die optimalen Parameter einstellt, ein für jeden Betriebszustand der Brennkraftmaschine optimale Verhalten erreicht werden.

In einer besonderen Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einrichtung zur Einspritzung von Kraftstoff aus dem Mitteldrucksystem durch das Steuerventil realisiert ist, das drei Schaltstellungen aufweist und vorzugsweise als 4/3-Weg-Ventil ausgebildet ist. Die drei Schaltstellungen des Ventiles entsprechen der Ruhelage, der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung.

Besonders günstig ist es, wenn das Steuerventil in seiner ersten Stellung den Zylinderraum des Arbeitskolbens mit dem Leckölsystem und den Federraum mit dem Mitteldrucksystem verbindet, daß das Steuerventil in seiner zweiten Stellung sowohl den Zylinderraum des Arbeitskolbens als auch den Federraum mit dem Leckölsystem verbindet und daß das Steuerventil in seiner dritten Stellung den Zylinderraum des Arbeitskolbens mit dem Mitteldrucksystem und den Federraum mit dem Leckölsystem verbindet. Auf diese Weise ist ein besonders einfacher Aufbau des Einspritzsystems möglich.

Vorzugsweise ist die Einrichtung zur Einspritzung von Kraftstoff aus dem Mitteldrucksystem als weiteres Steuerventil ausgebildet, das einen Mitteldruckanschluß aufweist. Es ist zwar prinzipiell möglich, mit einem einzigen Steuerventil das Auslangen zu finden, wenn dieses drei Stellungen, nämlich für die Ruhelage, die Voreinspritzung und die Haupteinspritzung aufweist. Die für schnell laufende Motoren erforderlichen Schaltzeiten werden jedoch am einfachsten dadurch erreicht, daß zwei Steuerventile vorgesehen sind.

Nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß das weitere Steuerventil in einer Stellung den Zylinderraum eines mit der Düsennadel verbundenen Kolbens mit dem Mitteldruckanschluß verbindet, wogegen es in der anderen Stellung diesen Zylinderraum mit dem Leckölanschluß in Verbindung bringt. Wenn der Zylinderraum dieses Kolbens mit Kraftstoff gefüllt ist, der unter dem vom Kraftstoffspeicher bereitgestellten Druck steht, so wird die Düsennadel in ihrer geschlossenen Stellung gehalten. Erst wenn durch die Verbindung des Zylinderraumes mit dem Leckölanschluß diese Kraft auf die Nadel wegfällt, kann der auf die Druckstufe der Düsennadel wirkende Speicherdruck diese öffnen.

Eine besonders einfache Ausführungsvariante der Erfindung ist gegeben, wenn der Druckraum der Ventila-nadel über ein Rückschlagventil ständig mit einem Mitteldruckanschluß verbunden ist. Das Rückschlagventil verhindert ein Ausströmen von Kraftstoff während der Haupteinspritzung in das Leckölsystem.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Einspritzsystem samt zugehöriger Kraftstoffversorgung,

Fig. 2 das Einspritzsystem in Ruhestellung,

Fig. 3 bei der Voreinspritzung,

Fig. 4 während der Haupteinspritzung.

Fig. 5 zeigt ein Diagramm, das für das in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Einspritzsystem über die Zeitachse die Öffnung der Magnetventile, den Nadelhub und den Einspritzdruck angibt,

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung.

Der Pumpenkörper 1 ist mit einer Einspritzdüse 5 über eine Überwurfmutter 10 fest verbunden. Im Pumpenkörper 1 ist ein Pumpenkolben 2 axial verschieblich gelagert, der mit einem Arbeitskolben 3 größeren Durchmessers in Berührung steht. Die Düsennadel 6 wird von einer auf das Druckstück 7 wirkenden Feder 8 in Richtung ihrer Schließstellung belastet. Aus fertigungstechnischen Gründen sind zwischen der Einspritzdüse 5 und dem Pumpenkörper 1 die Bauteile 9a und 9b vorgesehen.

Seitlich am Pumpenkörper 1 ist das Steuerventil 13 und das weitere Steuerventil 14 angeordnet. Diese Steuerventile 13 und 14 werden über eine nicht dargestellte Steuerungseinrichtung über Stromimpulse geschaltet. Die Steuerzeitpunkte t_1 , t_2 und t_3 werden dabei in Abhängigkeit vom Motorzustand in einer vorbestimmten Weise ermittelt. Die Steuerventile 13 und 14 sind als Magnetventile ausgebildet. Das Steuerventil 13 besitzt einen Niederdruckanschluß 13a, einen Leckölanschluß 13b und einen Mitteldruckanschluß 13c. Analog dazu besitzt das weitere Steuerventil 14 einen Niederdruckanschluß 14a, einen Leckölanschluß 14b und einen Mitteldruckanschluß 14c. Der Niederdruck wird über eine Vorpumpe 15 bereitgestellt, die mit einem Druckventil 16 verbunden ist, das die Höhe des Vordruckes regelt. Eine Drossel 17 erlaubt die Einstellung einer vorbestimmten Durchflußmenge durch das Niederdrucksystem. Der Kraftstoff wird einem Vorratsbehälter 18 entnommen. Der Mitteldruck wird über eine Hochdruckpumpe 26, die mit einem Kraftstoffspeicher 27 verbunden ist, bereitgestellt. Ein Druckregelventil 28 erlaubt die Einstellung des Speicherdruckes.

Der obere Ringraum 40 des Steuerventils 13 steht mit dem Mitteldruckanschluß 13c in Verbindung. Der mittlere Ringraum 41 des Steuerventils 13 steht über eine Leitung 43 mit dem Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 in Verbindung. Der untere Ringraum 42 des Steuerventils 13 ist mit dem Niederdruckanschluß 13a verbunden. In der Ruhestellung befindet sich der Kolben 44 des Steuerventils 13 in seiner unteren Stellung, so daß der mittlere Ringraum 41 mit dem unteren Ringraum 42 in Verbindung steht. Somit liegt auch im Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 über die Leitung 43 der Niederdruck an.

Der obere Ringraum 30 des weiteren Steuerventils 14 ist mit dem Niederdruckanschluß 14a verbunden. Über die Leitung 45 wird der Arbeitskolben 3 druckentlastet. Der mittlere Ringraum 31 des weiteren Steuerventils 14 ist über eine Leitung 36 mit dem Federraum 20, der die Feder 8 aufnimmt, verbunden. Der untere Ringraum 32 des weiteren Steuerventils 14 ist über das Rückschlagventil 33 und die Leitung 35 mit dem Zylinderraum 21 des Pumpenkolbens 2 verbunden. Weiters steht dieser untere Ringraum 32 mit dem Mitteldruckanschluß 14c des weiteren Steuerventils 14 in Verbindung.

Während der Ruhestellung befindet sich der Kolben 46 des weiteren Steuerventils 14 in seiner unteren Stellung. Dabei wird der mittlere Ringraum 31 mit dem unteren Ringraum 32 verbunden. Der am Mitteldruckanschluß 14c anliegende Speicherdruck pflanzt sich nun sowohl über die Leitung 35 in den Zylinderraum 21 und

damit in die Einspritzleitung 23 fort, als auch über die Leitung 36 in den Federraum 20. Der auf der Rückseite der Düsennadel 6 anliegende Speicherdruck hält diese in ihrer geschlossenen Stellung.

Die Voreinspritzung wird durch Ansteuern des weiteren Steuerventils 14 begonnen. Der Kolben 46 gelangt dabei in seine obere Stellung, in der der obere Ringraum 30 mit dem mittleren Ringraum 31 verbunden ist. Auf diese Weise wird über die Leitung 36 eine direkte Verbindung zwischen dem Federraum 20 und dem Niederdrucksystem hergestellt. Der im Druckraum 19 anliegende Speicherdruck kann nunmehr die Düsennadel 6 öffnen, wodurch der Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt wird. Das Sicherheitsventil 12 ist im Normalbetrieb des Einspritzsystems stets geschlossen und verhindert ein Abströmen des Kraftstoffes aus dem Zylinderraum 21.

Die Haupteinspritzung wird durch Betätigung des Steuerventils 13 eingeleitet. Der Kolben 44 des Steuerventils 13 gelangt dabei in seine obere Lage, in der der obere Ringraum 40 mit dem mittleren Ringraum 41 verbunden ist. Der unter Speicherdruck stehende Kraftstoff gelangt dabei über die Leitung 43 in den Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3. Dieser kann sich dadurch nach unten bewegen und schiebt den Pumpenkolben 2 vor sich her. Der aus dem Zylinderraum 21 verdrängte Kraftstoff gelangt über die Einspritzleitung 23 in den Druckraum 19 und wird weiter in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Das Rückschlagventil 33 verhindert ein Abströmen des Kraftstoffes in das Mitteldrucksystem.

Das Ende der Einspritzung wird durch das Schließen des Steuerventils 13 bewirkt.

In Fig. 5 ist in einem Diagramm der zeitliche Ablauf des Einspritzvorganges aufgetragen. Der Beginn des Einspritzvorganges wird zum Zeitpunkt t_1 durch das Öffnen des weiteren Steuerventils 14 bewirkt. Der Einspritzdruck p_e steigt dabei bis zum Voreinspritzpunkt p_{vor} an. Dieser Voreinspritzdruck p_{vor} entspricht dem Speicherdruck. Die Steilheit des Anstieges F_1 des Einspritzdruckes p_e ist unabhängig von der Motordrehzahl n . Entsprechend dem Anstieg F_1 des Einspritzdruckes p_e erreicht der Nadelhub h seinen durch einen Anschlag begrenzten Maximalwert.

Zum Zeitpunkt t_2 öffnet zusätzlich das Steuerventil 13, so daß der Einspritzdruck p_e weiter ansteigen kann. Der erreichbare Maximaldruck p_{max} ergibt sich im wesentlichen aus dem Produkt des Speicherdruckes mit dem Verhältnis der Querschnittsflächen des Arbeitskolbens zu der Querschnittsfläche des Pumpenkolbens. Die Steilheit des Anstieges F_2 des Einspritzdruckes p_e ist auch in diesem Fall unabhängig von der Motordrehzahl n . Der Nadelhub h verändert sich während des Überganges von der Voreinspritzung zur Haupteinspritzung nicht. Zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Haupteinspritzung öffnet das weitere Steuerventil 14. Dadurch wird erreicht, daß zu dem Zeitpunkt t_3 , wenn das Steuerventil 13 schließt und somit die Einspritzung beendet ist, im Federraum 20 der Speicherdruck anliegt. Auf diese Weise wird das Schließen der Nadel 6 unterstützt und ein Nachtropfen von Kraftstoff wird dann verhindert.

Bei der in Fig. 6 dargestellten Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Einspritzsystems ist das Steuerventil 47 als 4/3-Wege-Ventil ausgebildet. Die Eingangsanschlüsse 48a und 48b sind mit dem Leckölsystem bzw. mit dem Mitteldrucksystem verbunden.

Der Ausgangsanschluß 49a ist über die Leitung 43 mit

dem Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 verbunden. Der Ausgangsanschluß 49b ist über die Leitung 36 mit dem Federraum 20 verbunden. Die mit dem Symbol 50a gekennzeichnete Stellung des Steuerventiles 47 entspricht der Ruhestellung. Der Eingangsanschluß 48a ist dabei mit dem Ausgangsanschluß 48b in Verbindung, wodurch der Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 mit dem Leckölsystem verbunden ist. Analog dazu ist über den Eingangsanschluß 48b der Ausgangsanschluß 49b verbunden, wodurch der Federraum 20 mit Mitteldruck beaufschlagt ist. Dadurch wird die Ventilmadel 6 in ihrer Schließstellung festgehalten.

In der mit dem Symbol 50b gekennzeichneten Stellung des Steuerventiles 47 bleibt der Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 weiterhin mit dem Leckölanschluß verbunden. In dieser Stellung ist jedoch auch der Federraum 20 in Verbindung mit dem Leckölsystem, so daß der in der Einspritzleitung 23 anliegende Mitteldruck die Düsenadel 6 öffnen kann und die Voreinspritzung mit dem am Druckspeicher 27 anliegenden Mitteldruck durchgeführt wird.

Das Symbol 50c kennzeichnet die Stellung des Steuerventiles 47 während der Haupteinspritzung. Der Federraum 20 bleibt mit dem Leckölsystem verbunden, wogegen der Zylinderraum 4 des Arbeitskolbens 3 mit Speicherdruck beaufschlagt wird. Somit kann sich der Arbeitskolben 3 nach unten bewegen und den Pumpenkolben 2 mitnehmen. Im Zylinderraum 21 baut sich der Einspritzdruck auf.

Mit 51a und 51b sind schematisch Federn angedeutet, die die Funktion des Steuerventiles 47 ermöglichen. Dieses Steuerventil 47 kann dabei so aufgebaut sein, daß durch einen relativ schwachen Impuls zunächst eine Umschaltung von der Ruhestellung in die Stellung der Voreinspritzung gegen den Widerstand der Feder 51b bewirkt wird. Durch einen stärkeren elektrischen Impuls kann der gemeinsame Widerstand der Federn 51a und 51b überwunden und die Haupteinspritzung erreicht werden.

Patentansprüche

1. Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einem Pumpenkolben, der mit einem Arbeitskolben größeren Durchmessers in Verbindung steht, und mit einem Steuerventil, das den Zylinderraum des Arbeitskolbens mit einem Mitteldruckanschluß verbinden kann, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung vorgesehen ist, die eine Einspritzung von Kraftstoff direkt aus dem Mitteldrucksystem ermöglicht.
2. Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Einspritzung von Kraftstoff aus dem Mitteldrucksystem durch das Steuerventil (47) realisiert ist, das drei Schaltstellungen aufweist und vorzugsweise als 4/3-Weg-Ventil ausgebildet ist.
3. Einspritzsystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerventil (47) in seiner ersten Stellung den Zylinderraum (4) des Arbeitskolbens (3) mit dem Leckölsystem und den Federraum (20) mit dem Mitteldrucksystem verbindet, daß das Steuerventil (47) in seiner zweiten Stellung sowohl den Zylinderraum (4) des Arbeitskolbens (3) als auch den Federraum (20) mit dem Leckölsystem verbindet und daß das Steuerventil (47) in seiner dritten Stellung den Zylinderraum (4) des Arbeits-

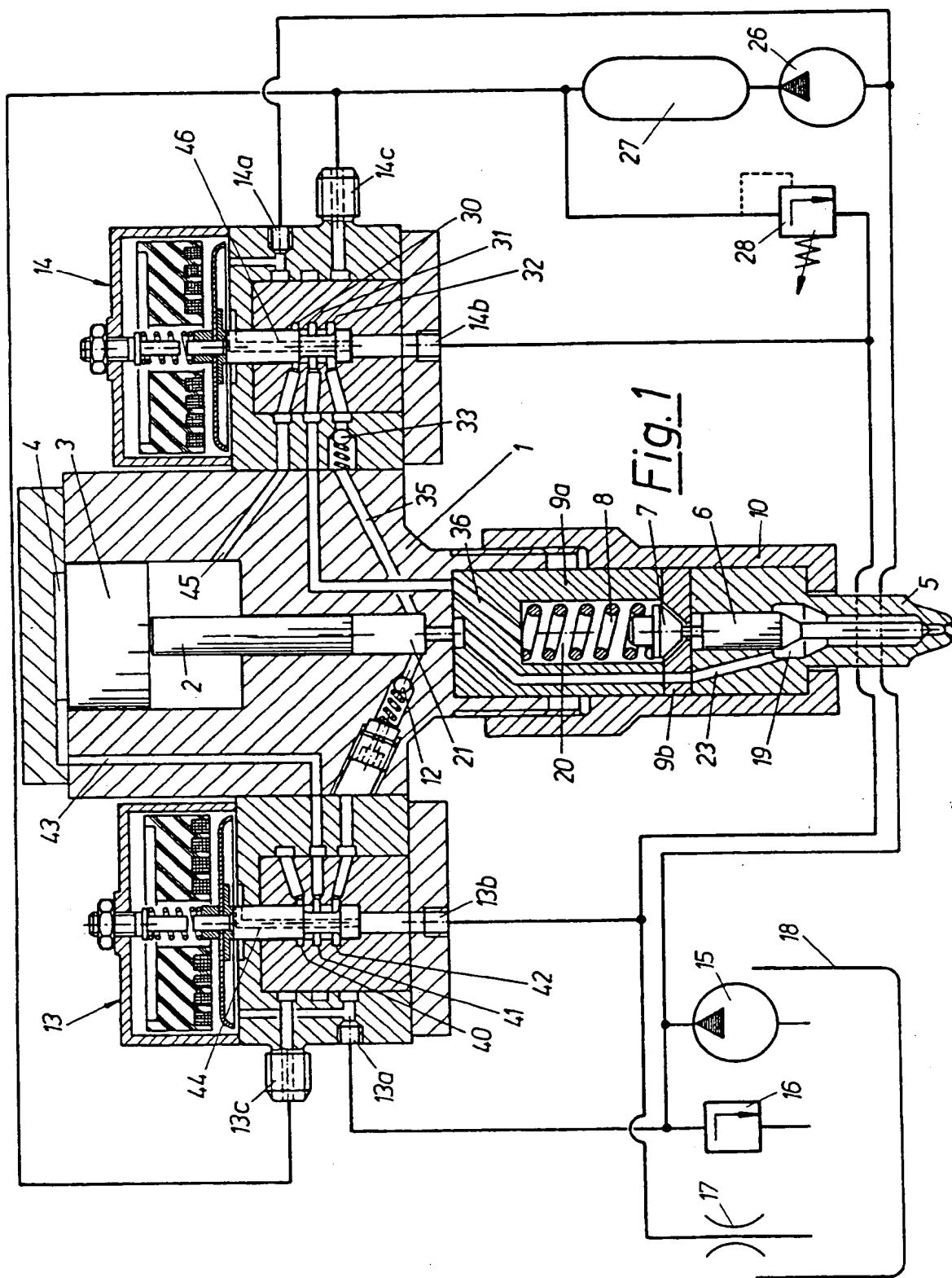
kolbens (3) mit dem Mitteldrucksystem und den Federraum (20) mit dem Leckölsystem verbindet.

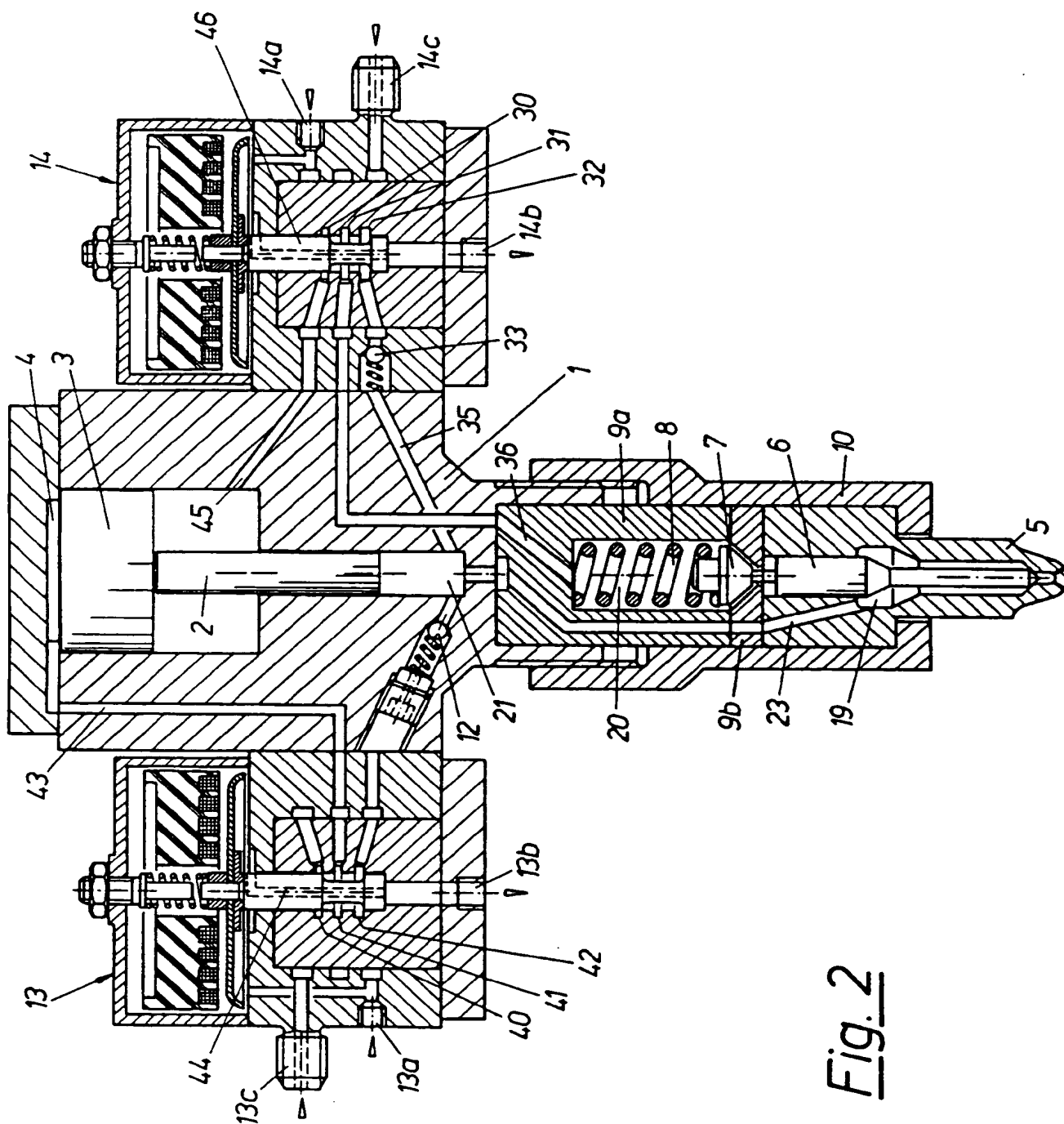
4. Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Einspritzung von Kraftstoff aus dem Mitteldrucksystem als weiteres Steuerventil (14) ausgebildet ist, das einen Mitteldruckanschluß (14c) aufweist.

5. Einspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Steuerventil (14) in einer Stellung den Zylinderraum eines mit der Düsenadel (6) verbundenen Kolbens mit dem Mitteldruckanschluß (14c) verbindet, wogegen es in der anderen Stellung diesen Zylinderraum mit dem Leckölsystem in Verbindung bringt.

6. Einspritzsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (19) der Düsenadel (6) über ein Rückschlagventil (33) ständig mit dem Mitteldruckanschluß (14c) verbunden ist.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen





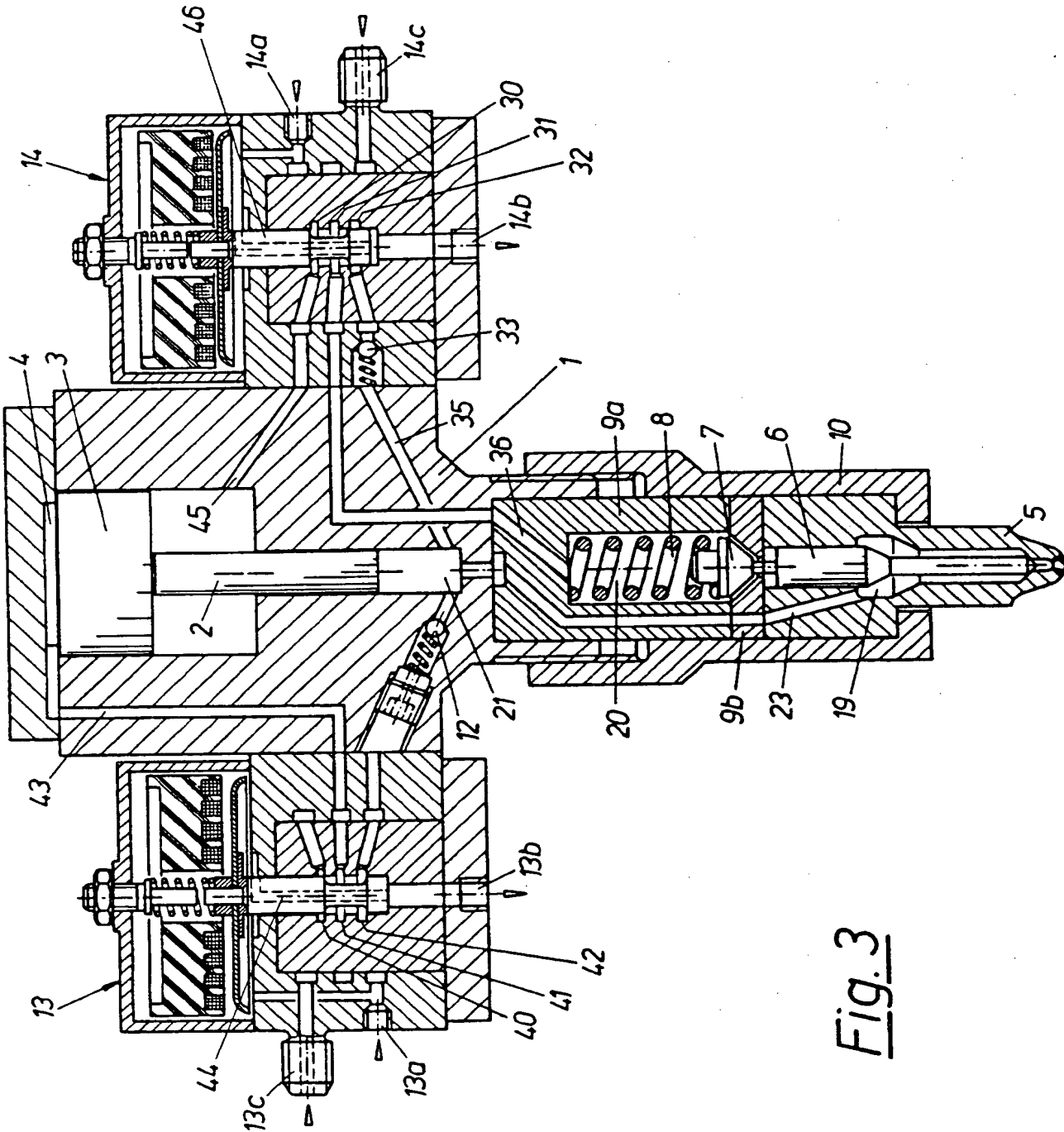


Fig. 3

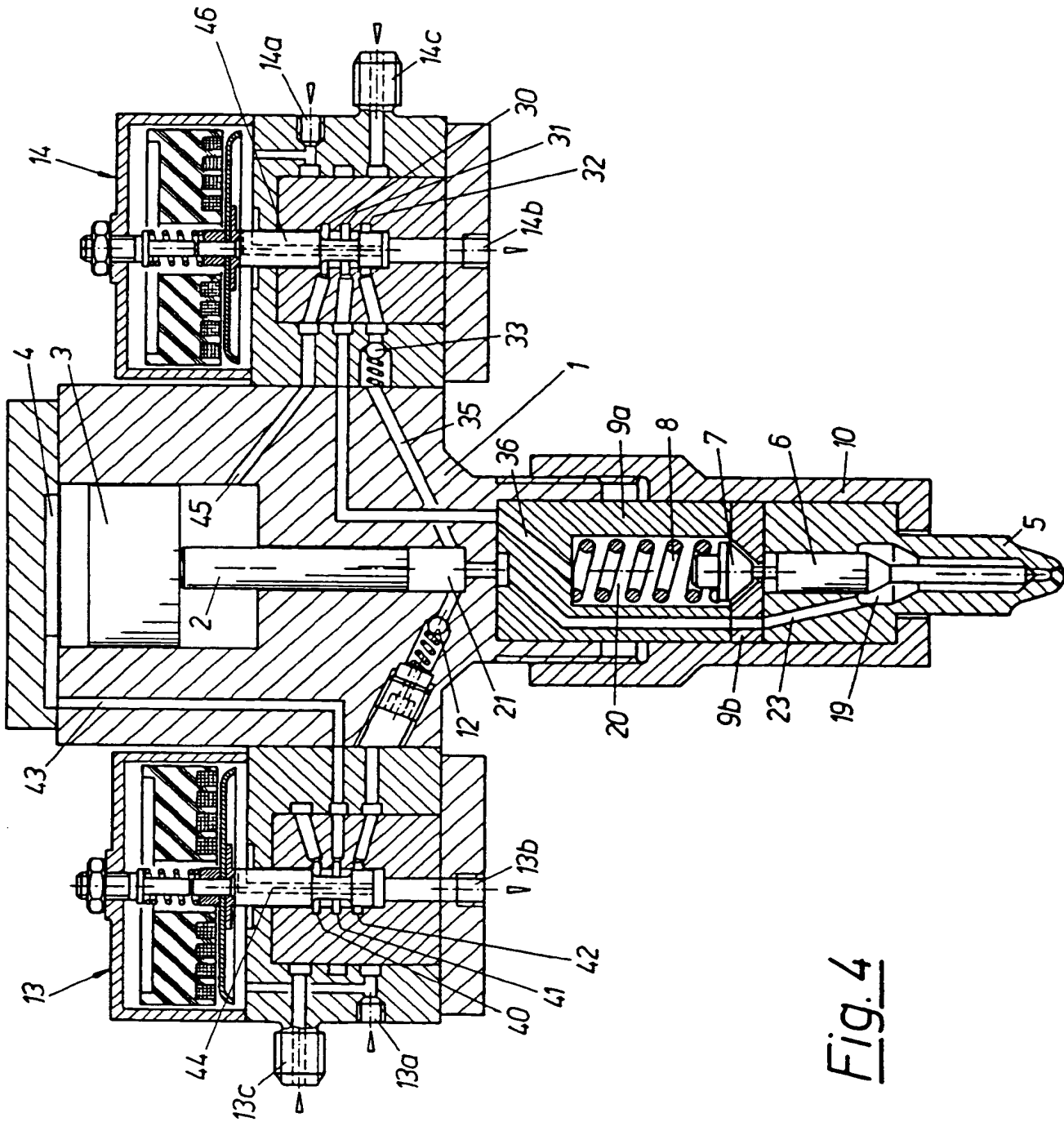
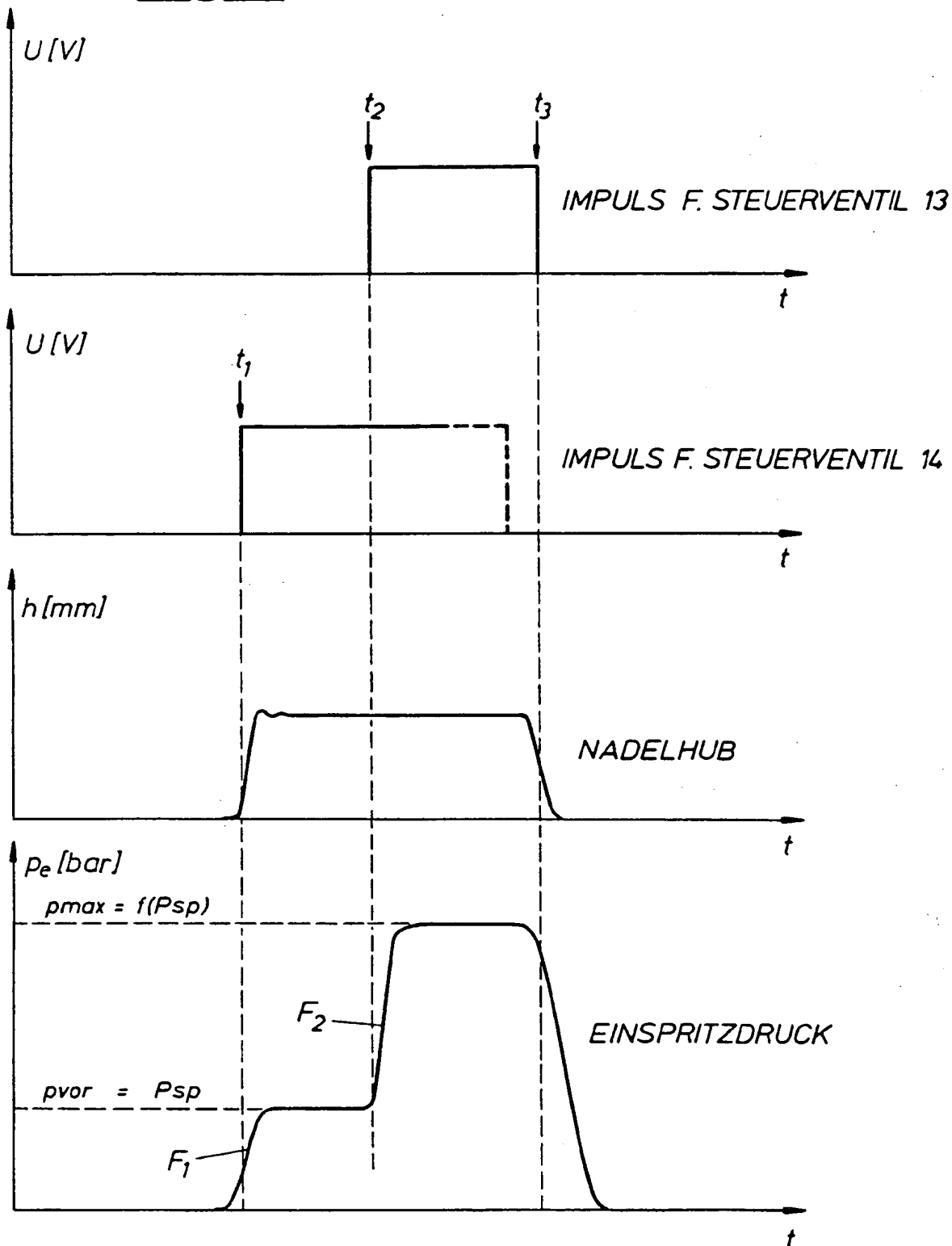


Fig. 5

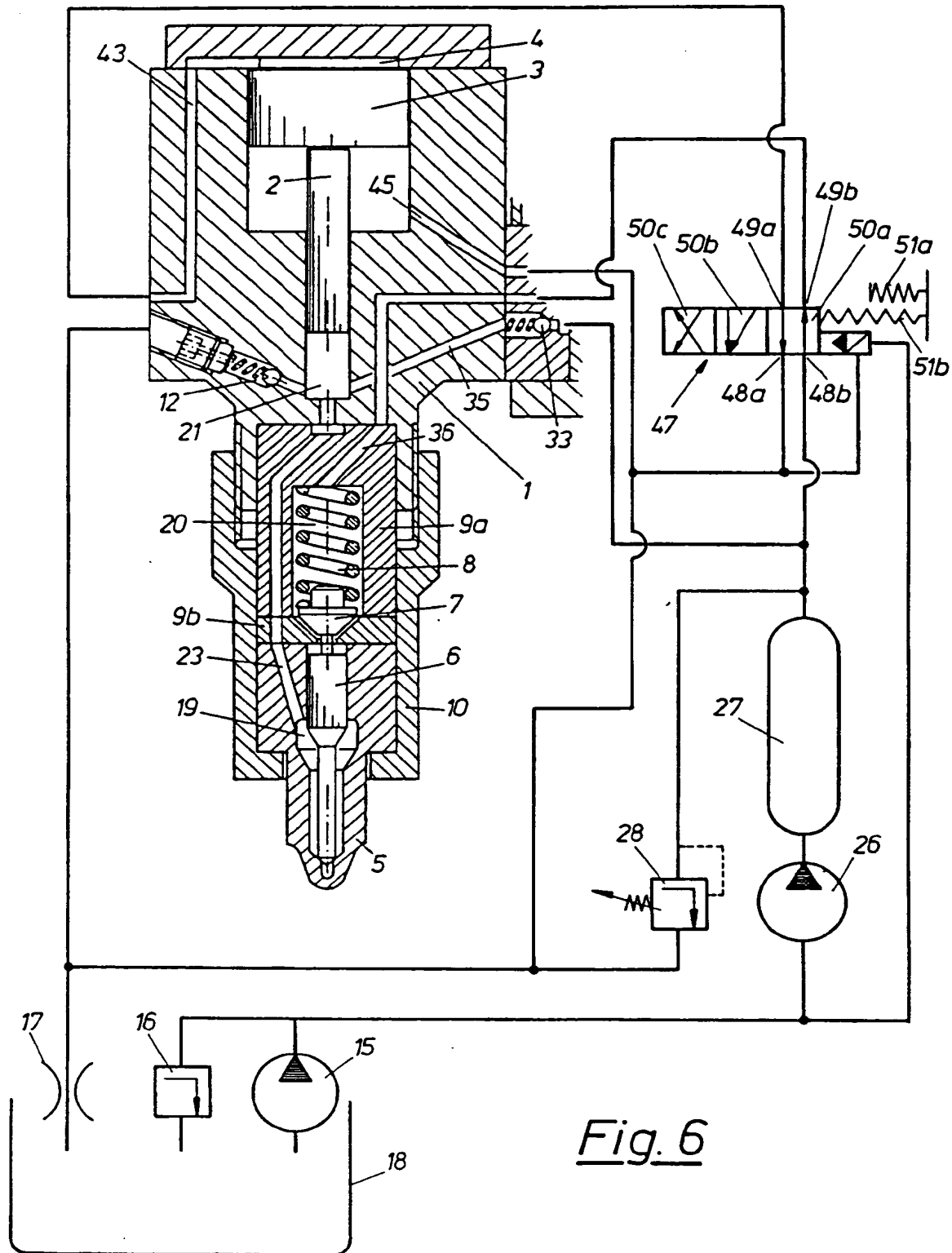


Fig. 6